

Markus Tuomi

Rautatieturvalaitteiden kustannuslaskentamalli

Yksikköturvalaitekustannusten laskenta



Markus Tuomi

Rautatieturvalaitteiden kustannuslaskentamalli

Yksikköturvalaitekustannusten laskenta

Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 25/2016

Liikennevirasto

Helsinki 2016

Kannen kuva: Aki Härkönen

Verkkojulkaisu pdf (www.liikennevirasto.fi)

ISSN-L 1798-6656

ISSN 1798-6664

ISBN 978-952-317-296-8

Liikennevirasto

PL 33

00521 HELSINKI

Puhelin 0295 34 3000

Markus Tuomi: Rautatieturvalaitteiden kustannuslaskentamalli. Liikennevirasto, kunnossapito-osasto. Helsinki 2016. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 25/2016. 36 sivua ja 1 liite. ISSN-L 1798-6656, ISSN 1798-6664, ISBN 978-952-317-296-8.

Avainsanat: rautatiet, turvalaitteet, kustannukset

Tiivistelmä

Suomen rautateiden turvalaitetekniikka on murroksessa. Raideliikenteen luonne on muuttumassa ja samanaikaisesti monet tällä hetkellä käytössä olevista turvalaittejärjestelmistä ovat teknisen ikänsä päässä. Turvalaittejärjestelmiä pitää päivittää uusiin monin paikoin.

Tätä ennakoitaessa on pystyttävä arvioimaan nykyisen turvalaittejärjestelmän arvo, ja toisaalta uuden järjestelmän rakentamisen uushankintahinta. Kirjallisuudesta ei löydy suoraan Suomeen sopivaa turvalaitteiden hinnoitteluun sopivaa mallia. Tarkoituksena oli kehittää malli, jota voitaisiin käyttää Suomen rautateiden turvalaitteiden kustannusarvioinnissa.

Kehitetty malli lähtee samasta ajatuksesta kuin Britanniassa käytössä ollut SEU-malli (engl. Signalling Equivalent Unit, rautatieturvalaitteiden yksikköturvalaittekustannus). Hankkeen hinta voidaan arvioida elementtimäärän perusteella. Yksi SEU-yksikkö vastaa yhtä asetinlaitteen ohjaamaa toimilaitetta. Tällä tavoin voidaan vertailla eri hankkeiden kompleksisuutta ja myös olemassa olevan ratainfrastruktuurin hintaa. Hankkeiden hinnoittelu on helpompaa, kun tiedetään toimittajien keskimääräinen SEU-hinta. Suomeen SEU-ajattelu ei sovellu suoraan, koska Suomen turvalaitetekniikka on huomattavasti monimuotoisempaa kuin Britanniassa.

Tässä tutkimuksessa kehitettiin kustannusmalli, joka perustuu radan toiminnallisiin osiin. Toiminnallisten osien avulla saadaan arvioitua elementtimäärä, ja edelleen elementtihintojen perusteella voidaan arvioida koko hankkeen hintatasoa. Tarkoituksena oli päästä parempaan tarkkuuteen kuin SEU-pohjaisella arviolla. Toisaalta tarkoitus oli pystyä arvioimaan projekteja, joiden suunnittelu ei ollut niin pitkällä, että SEU-määriä olisi edes päästy laskemaan. Mallia käyttäen voidaan arvioida myös samojen hankkeiden SEU-määrät. Tällä tavoin voidaan päätellä SEU-mallin sopivuutta Suomen oloihin.

Malli perustuu kokeelliseen tietoon Suomessa viime aikoina toteutettujen projektien hintatasosta.

Markus Tuomi: Kostnadsberäkningsmodell för säkerhetsanordningar på järnvägar. Trafikverket, drift och underhåll. Helsingfors 2016. Trafikverkets undersökningar och utredningar 25/2016. 36 sidor och 1 bilaga. ISSN-L 1798-6656, ISSN 1798-6664, ISBN 978-952-317-296-8.

Sammanfattning

Säkerhetsanordningstekniken på de finska järnvägarna är i en brytningsperiod. Spårtrafikens karaktär håller på att förändras och samtidigt har många av de säkerhetsanordningssystem som nu är i bruk nått slutet av sin tekniska livslängd. På flera ställen måste säkerhetsanordningssystemen ersättas.

Med tanke på detta måste man kunna uppskatta dels värdet på det nuvarande säkerhetsanordningssystemet, dels nyanskaffningspriset på det nya systemet. I litteraturen finns det ingen modell som direkt lämpar sig för prissättningen av säkerhetsanordningar i finska förhållanden. Avsikten var att utveckla en modell som kunde användas för kostnadsberäkning av säkerhetsanordningar på järnvägarna i Finland.

Modellen grundar sig på SEU-modellen som använts i Storbritannien. Enligt den kan projektpriiset uppskattas enligt antalet element. En SEU-enhet motsvarar ett ställverksstyrt ställdon. På så sätt kan man jämföra komplexiteten för olika projekt samt priset på den befintliga baninfrastrukturen. När man känner till leverantörernas genomsnittliga SEU-pris är det lättare att prissätta projekten. SEU-modellen kan inte tillämpas rakt av i Finland, eftersom den finska säkerhetsanordningstekniken är betydligt mera mångfasetterad än i Storbritannien.

I den här undersökningen utvecklades en kostnadsmodell som baserar sig på järnvägens funktionella delar. Med hjälp av de funktionella delarna kan man uppskatta antalet element, och utgående från elementpriset uppskatta prisnivån för hela projektet. Målet var att uppnå bättre noggrannhet än med en uppskattning som baserar sig på SEU. Avsikten var också att kunna uppskatta värdet på projekt, vars planering ännu är i ett för tidigt skede för att SEU-mängderna ska kunna beräknas. Med hjälp av modellen kan man också uppskatta SEU-mängderna i liknande projekt. På så sätt kan man uppskatta hur väl SEU-modellen lämpar sig för finska förhållanden.

Modellen baserar sig på experimentella data om prisnivån för projekt som genomförts i Finland under den senaste tiden.

Markus Tuomi: A model for cost estimation of railway signalling systems. Finnish Transport Agency, Maintenance Department. Helsinki 2016. Research reports of the Finnish Transport Agency 25/2016. 36 pages and 1 appendix. ISSN-L 1798-6656, ISSN 1798-6664, ISBN 978-952-317-296-8.

Summary

The signalling technology of the Finnish rail network is in transition. The profile of railway traffic has transformed during the recent years, and simultaneously many of the currently used signalling systems are reaching the end of their technical lifetime. Many signalling systems have to be upgraded to modern technology.

To prepare for this change, it is necessary to estimate the value of the present signalling systems, and the cost of the upgraded, modern system. In available literature it is not easy to find a suitable estimation model for railway signalling. Therefore, it is necessary to design an estimation model and methodology that could be used in the cost estimation of the signalling upgrades in the Finnish rail network.

The idea of the model is similar to the SEU (Signalling Equivalent Unit) model used by Network Rail in the United Kingdom. The signalling project costs can be estimated based on the element count of the signalling system. One SEU equals one single trackside output function. Using this measure, it is possible to compare the complexity of projects, and also the current value of the existing signalling infrastructure. Cost estimation of future projects is greatly improved, when the cost of SEU is known in advance. Due to the diversity of the signalling equipment and technologies currently in use in Finland, it seemed like an oversimplification to directly implement the SEU cost model. Instead, a less simplified methodology was created.

The proposed cost estimation method is based on the functional aspects of the track. Based on functional units, it is possible to estimate the trackside output function count directly from the track layout. Moreover, it is possible to estimate the total cost of the project based on the estimated unit prices of the elements. The aim is to enable higher-accuracy estimates than when using SEU count directly, while keeping the estimation methodology so simple that an accurate estimate is possible even when no actual signalling design exists. Meanwhile, the methodology automatically generates the SEU cost of the same project. This allows the user to evaluate the applicability of the SEU estimation method in Finland.

The estimation method is based on the costs of a few recent rail signalling projects in Finland.

Esipuhe

Rautatieturvalaitteiden kustannuslaskentamalli -selvityksessä on tavoiteltu uutta kansainväliset esikuvat huomioivaa suomalaista yksikköturvalaitekustannusmallia, jota käyttämällä voidaan suhteellisen helposti, ilman rautatieturvalaitesuunnittelun toteuttamista, arvioida uuden järjestelmän hinta olemassa oleviin raidekaavioihin perustuen. Systemaattisempia rautatieturvalaitteiden kustannuslaskentamalleja voidaan hyödyntää mm. asennetun asetinlaitekannan uushankintahinnan arvioinnissa ja rautatieturvalaitehankkeiden kustannusarvioissa talousarvioita varten.

Liikennevirasto tilasi selvitystyön Rejlers Oy:ltä ja sitä on ohjattu välipalaverien ja kommentien. Tilaajan edustajana toimi kehityspäällikkö Aki Härkönen ja selvitystyöhön ja sen ohjaukseen eri vaiheissa ovat osallistuneet:

Aki Härkönen	Liikennevirasto
Juha Lehtola	Liikennevirasto
Sakari Nieminen	Liikennevirasto
Kai Parkkali	Rejlers Oy
Maria Torttila	Liikennevirasto
Markus Tuomi	Rejlers Oy
Kristian Uusitalo	Rejlers Oy

Mallia voidaan hyödyntää ennen hankkeiden kilpailutuksia parempien kustannusarvioiden teossa, samoin sitä voidaan hyödyntää jälkilaskennassa eri hankkeiden toteutumien perusteella toteutettujen hankkeiden edullisuuden arvioimiseksi. Entistä parempi tietoisuus hankintojen olennaisista kustannusajureista voi edesauttaa Liikenneviraston hankintatointa edelleen kehittämään toimintaansa kustannustehokkuuden parantamiseksi.

Helsingissä kesäkuussa 2016

Liikennevirasto
Kunnossapito-osasto/Radan parantaminen -yksikkö

Sisällysluettelo

1	JOHDANTO	9
1.1	Yleistä	9
1.2	Kustannusarvioiden tarve	10
1.3	Turvalaitemarkkinoiden tila Suomessa.....	10
1.4	Syitä kustannusarvioiden epätarkkuuteen	11
2	YKSIKKÖTURVALAITEKUSTANNUS	12
3	JÄRJESTELMÄTOIMITTAJAN HINNOITTELU	13
4	TILAAJAN KUSTANNUSARVIOMALLIT	14
5	KUSTANNUSARVIOMALLIT	15
5.1	Kustannusarvioiden käyttökohteet	15
5.2	Aiemmat kustannusarviomallit	16
5.3	Elementtimäärään perustuvat mallit	16
5.4	Kustannusperusteiset mallit	17
5.5	Markkinatutkimukseen perustuvat mallit	17
5.6	Strateginen hinnoittelu	18
5.7	Yhteenvedo kustannuslaskentamalleista	19
6	UUSI RAUTATIETURVALAITTEIDEN KUSTANNUSARVIOMALLI	20
6.1	Suomalainen yksikköturvalaitekustannus	21
6.2	Toiminnalliset osat	22
6.2.1	Raiteenvaihtopaikka (1)	22
6.2.2	Raiteenvaihtopaikka (2)	22
6.2.3	Pussiraide	23
6.2.4	Ohituspaikka	24
6.2.5	Varikon vaihde	24
6.2.6	Suojastusväli	25
6.2.7	Laituri tai seisake	26
6.2.8	Ratakilometrit	26
6.3	Rautatieturvalaitteiden hinnan arviointi	26
6.4	Systemaattinen hinta-arvio	27
6.5	Kokonaishinta-arvio	28
6.6	Osaurakkajako	28
6.7	Laskentapohjan määrittely	29
6.8	Laskentaesimerkki Kehärata	30
6.9	Laskentaesimerkki Kokkola-Ylivieska kaksoisraideprojekti.....	32
7	JOHTOPÄÄTÖKSET	34
	LÄHTEET	36
	LASKENTAPOHJA	1

KUVALUETTELO

Kuva 1	Kustannusarvioon vaikuttavia tekijöitä.....	19
Kuva 2	Yksinkertainen raiteenvaihtopaikka, jossa on kaksi vaihdetta.	22
Kuva 3	Kaksinkertainen raiteenvaihtopaikka, toteutettu neljällä vaihteella.	23
Kuva 4	Risteysvaihteella toteutettu kaksinkertainen raiteenvaihtopaikka....	23
Kuva 5	Pussiraide, jossa avainsalpalaitteella toteutettu suojustus.....	23
Kuva 6	Kauko-ohjattu pistoraide	24
Kuva 7	Ohituspaikka ilman sivusuojaa	24
Kuva 8	Vaihteita varikolla	25
Kuva 9	Kaksi kulkuteillä toteutettua suojustusväliä, yksi kullakin raiteella..	25
Kuva 10	Kaksi laituria	26
Kuva 11	Kaavio kustannusarvion tekemisestä	27
Kuva 12	Kaavio kustannusten jaosta.....	29
Kuva 13	Kehäradan arvioidut elementtimäärät.....	31
Kuva 14	Kehäradan kulujen jakautuminen osaurakoihin	31
Kuva 15	Kokkola-Ylivieskan arvioidut elementtimäärät.....	33
Kuva 16	Kokkola-Ylivieskan kulujen jakautuminen osaurakoihin	33

LIITTEET

Liite 1	Laskentapohja
---------	---------------

1 Johdanto

1.1 Yleistä

Suurten infrastruktuurihankkeiden kustannusarvioiden ylittyminen on yleinen tosiasia ja aliarvioidut kustannukset ovat tyypillinen lehtijutun aihe.

Kustannusarvioiden teko ei kuulu eksakteihin tieteenaloihin. Yleensä kustannusarvointi tehdään siinä vaiheessa kun kenelläkään ei ole olemassa kovin tarkkaa tietoa koko hankkeesta, ja onkin tyypillistä että optimismin varjolla hankkeen monimutkaisuus aliarvioidaan.

Estimoinnille on tyypillistä, että se ei tuota tarkkoja tuloksia, vaan se sisältää epävarmuustekijöitä, joiden vaikutusta ei voida täysin tietää ennakolta. Näiden epävarmuustekijöiden olemassaolo liittyy kiinteästi ennakoitavaan ongelmaan eikä niitä voida tyhjentävästi tietää ennen järjestelmän suunnittelua ja toteuttamista.

On kuitenkin olennaista ymmärtää, että kustannusestimointiin liittyy erityinen riski kustannusten aliarvointiin. Kirjallisuudesta tiedetään, että infrastruktuuriprojektien hinta-arvio ylitetään tyypillisesti noin 28 %. Raideliikenneprojekteissa kyseinen prosenttiluku on 45 %. Voidaan jopa epäillä että kustannukset arvioidaan tarkoituksella epätäydellisesti, jotta projekti saadaan käyntiin ja todelliset kustannukset voidaan kertoa myöhemmin. [Flyvbjerg, Holm, Buhl 2002]

On myös havaittu että raideprojektien hinta vaihtelee huomattavasti eri markkina-alueilla. [Flyvbjerg, Bruzelius, van Wee 2008] Vakiintumaton hintataso myös osaltaan vaikeuttaa arvioiden tekoa.

Yksi tapa parantaa kustannusarvioiden tarkkuutta on käyttää estimoinnissa jotain kustannusestimointimallia. Tällaisia malleja on pyritty kehittämään myös rautatieprojekteja varten. Malleja voidaan käyttää kun arvioidaan uusien hankkeiden kustannustasoa, mutta niiden avulla voidaan myös arvioida nykyisen käytössä olevan järjestelmän arvoa ja uushankintahintaa.

Tällaista yleistä mallia voitaisiin soveltaa useampaan järjestelmään jolloin mallia voidaan päivittää aina uuden hankinnan yhteydessä.

Infrastruktuurirakentamiseen liittyy myös vaihtoehtoisen kustannuksen käsite. On tyypillistä, että hankintaprosessin rakenteen takia ei vaihtoehtoista kustannusta saada otettua huomioon suurissa infrastruktuurihankkeissa, mikä saattaa johtaa kokonaisuuden kannalta huomattavan epäoptimaaliseen lopputulokseen. Tyypillisesti päättäjät joutuvat valitsemaan eri hankevaihtoehtojen väliltä, jolloin on tärkeää pystyä valmistelemaan järkevät vaihtoehdot.

1.2 Kustannusarvioiden tarve

Kustannusarvioiden tarpeeseen on useita syitä. [Jaensch 2012] listaa näistä muutamia:

- Liikennehankkeiden alustava arviointi
- Projektin tarve-arviointi ja tuki
- Investointi- ja rahoituspäätökset
- Hankkeiden budjetointi
- Tarjousten hinta-arviointi

Tätä julkaisua varten tutkittiin joidenkin hankkeiden hinta-arvioita. Näistä hanke-suunnitelmista voidaan nähdä että Suomessa rautatieliikenteen turvalaitteiden hinta-arviointi on usein vielä epätarkkaa ja hankekohtaista. Tavanomaisen raideliikenteen perusparannusprojektin hinnasta noin puolet saattaa koostua helposti hinnoiteltavista fyysisistä elementeistä, kuten kaapeleista, sepelistä, metallipylväistä joiden kappale- ja asennushinnat tiedetään ennalta. Turvalaitejärjestelmän osalta hinnoittelu voi olla kuitenkin huomattavan läpinäkymätöntä. Pahimmassa tapauksessa puolet projektin hinnasta muodostuu yhtenä ”turvalaitteet”-könttäsommuna.

1.3 Turvalaitemarkkinoiden tila Suomessa

Euroopan ja maailman turvalaitemarkkina on pirstaloitunut ja vain harva toimittaja toimittaa tuotteita kaikille markkinoille. Pahimmillaan tämä johtaa markkinoiden oligopolistumiseen tai monopolistumiseen, jossa markkinalle voi käytännössä toimittaa vain muutama tai yksi tarjoaja. Tällaisessa tapauksessa hinnanmuodostukselle on ominaista toimittajien korkea kate.

Suomessa markkinoiden oligopolistumista vastaan on pyritty toimimaan siten, että mahdollisuuksien mukaan on valittu useampia järjestelmätoimittajia. Tämä toimintatapa on ollut sikäli onnistunut että Suomeen onkin asennettu järjestelmiä kaikilta merkittäviltä toimittajilta. Tämän toimintatavan käyttö ei kuitenkaan ole muuttanut sitä tosiasiaa että Suomi on markkina-alueena melko pieni. Useiden toimittajien käyttäminen tarkoittaa käytännössä että yksittäisen toimittajan osuus jää entistään pienemmäksi.

Samanaikaisesti viime vuosisadalla hankittu vanhentunut turvalaitteisto on päivitettävä. Suuri osa käytössä olevista laitteistoista perustuu jopa vuosikymmeniä vanhaan tekniikkaan, ja asennetut järjestelmät lähestyvät teknisen käyttöikänsä päätä. Tämä haaste vaatii pitkäjänteistä suunnittelua, jos halutaan että Suomen rataverkko pysyy kilpailukykyisenä kuljetuskanavana myös tulevaisuudessa.

1.4 Syitä kustannusarvioiden epätarkkuuteen

Tyypillisiä syitä raideliikenneprojektin kustannusten ylityksiin voivat olla:

- 1) Alkuperäinen suunnitelma on epätäydellinen ja ei sisällä kaikkia osajärjestelmiä
- 2) Osajärjestelmien tunnistaminen tai määrittely on epätäydellinen
- 3) Puutteellinen ympäristövaikutusten arviointi
- 4) Joidenkin projektin toteutuksen kannalta kriittisten toiminnallisuuden vaikutuksen aliarviointi
- 5) Suunnittelua tehtäessä ei ole ollut olemassa kaikkia tarvittavia tietoja
- 6) Suunnittelua tehtäessä ei ole käytetty kaikkia tarvittavia tietoja
- 7) Teknologinen optimismi
- 8) Ammattitaidottomuus
- 9) Strateginen käyttäytyminen (mm. valehtelu)

2 Yksikköturvalaitekustannus

Kansainvälinen rautatieliitto UIC ja muutamat merkittävät rautatieinfrastruktuurin haltijat, erityisesti Network Rail Britanniassa käyttää hinta-arvioissaan yksikköturvalaitekustannuksen englanninkielistä käsitettä.

”Signalling Equivalent Unit”, SEU.

Britanniassa tehdyissä vertailuissa on huomattu että järjestelmän kompleksisuus voidaan tyydyttävästi kuvata pelkän I/O-järjestelmän elementtimäärällä. [Network Rail 2006, sivu17]. SEU-käsitteen käyttöön liittyy havainto siitä, että rautatieturvalaiteprojektien hintaan vaikuttaa olennaisesti järjestelmän ohjaamien elementtien määrä. Tällöin elementtimäärää voidaan käyttää hinta-arvion perusteena.

SEU:n määrittelee seuraavasti [Binns 2009] (suomenkielinen käännös kirjoittajan)

”Yksi SEU vastaa yhtä yksittäistä asetinlaitteen ohjaamaa toimilaitetta”

Tällaisia elementtejä ovat esimerkiksi opastin, vaihde tai jokin muu toimilaite. Huomattavaa on se, että kyseessä on nimenomaan toimilaite johon liittyy myös ohjaustoiminto, ja pelkkä tilatieto ei riitä. Toisin sanoen, SEU-määrä ei sisällä esimerkiksi raidevirtapiirejä tai akselinlaskijoita. SEU-yksiköillä laskettu toimilaitteen keskihinta sisältää kaikki turvalaitteen suunnitteluun, kehitykseen, rakentamiseen, testaukseen ja käyttöönottoon liittyvät kulut. Näinkin huomattava yksinkertaistaminen on ilmeisesti mahdollinen koska Britanniassa rautatielaitteiden suunnittelu- ja asennustavat ovat melko pitkälle vakiintuneita.

Network Rail on ilmoittanut, että keskimääräinen SEU-hinta asetinlaitepäivityksille on 240000 puntaa vuoden 2005/2006 tasossa. Tavoitteena on ollut laskea SEU-kustannusta 167000:n puntaan vuoteen 2014 mennessä. [Network Rail 2006, sivu15-16].

Britanniassa SEU-yksikön käyttäminen on mahdollistanut tavoitehinnan asettamisen keskimääräisille turvalaitehankkeille. SEU-yksikön asettama hintataso on ollut perusteena puitesopimuksille. Varsinaisten hankkeiden hintataso on sittemmin perustunut SEU-hintoihin ja toisaalta myös ei-SEU-perustuvaan työhön. SEUn käyttö on mahdollistanut myös erityyppisten projektien vertailun yhdellä tunnusluvulla. SEU luo pohjaa puitesopimusten hintaraameille, ja siten mahdollistaa tavoitehintojen asettamisen tuleville projekteille

3 Järjestelmätoimittajan hinnoittelu

Järjestelmätoimittajan hinnoitteluun vaikuttavat useat seikat. Osa näistä perustuu yksikköhinnoitteluun, ja osa on kustannusperusteisia. Yleensä hintaan vaikuttavat myös markkinan kilpailutilanne ja toimittajan strategiset tavoitteet. Ratkaisevana tekijänä voidaan kuitenkin pitää sitä, onko toimittajalla tuoteportfoliossaan kyseiseen ympäristöön sopivaa tuotetta.

Suomi on markkina-alueena melko pieni. Toimintaympäristö on myös haastava kyllä talvineen, joten uuden toimittajan ei ole kovin helppo tulla Suomen markkinoille. Uudet tuotteet pitää hyväksyttää käyttöön Suomessa, ja useimmiten pitää tehdä jotakin tuotekehitystä jotta pystytään täyttämään suomalaisten markkinoiden vaatimukset. Järjestelmä ja dokumentaatio pitää myös kääntää suomen kielelle, mistä aiheutuu kustannuksia.

Tyypillisesti projektin kustannuksista huomattava osa perustuu tehtyihin työtunteihin. Yleensä toimittaja käyttää asennustöihin alihankkijoina sähköasennustoimintaa harjoittavia (Suomessa toimivia) yrityksiä, ja periaatteessa eri järjestelmätoimittajat voisivat käyttää samoja asennusyrityksiä. Laitteiden asennushintojen osalta hinnanmuodostuksessa ei siis ole ratkaisevaa eroa.

Yksikköhintojen lisäksi hintaeroja muodostuukin lähinnä toimittajan oman organisaation rakenteen ja sisäisen tuntihinnan mukaan. Järjestelmäarkkitehtuurin mahdollistama hankekohtaisen projektoinnin sujuvuus on laitetoimittajan tärkeä kilpailukykytekijä. Tehokkaammilla ohjelmistotyökaluilla toimittaja pystyy toteuttamaan projektin nopeammin ja tuottavammin.

Yhteenvedo toimittajan hinnoitteluun vaikuttavista seikoista:

- Toimittajan tuoteportfolio ja sen soveltuvuus markkinalle
- Toimitettavan järjestelmän mukautettavuus ja kehitystyökalujen tuottavuus
- Toimittajan oma henkilöstö ja nykyinen työtilanne
- Markkinatilanne, hintataso ja kilpailu
- Projektiin sisältyvät teknologiset riskit
- Projektiin sisältyvät taloudelliset riskit
- Projektin aikataulu ja käyttöönottoprosessi
- Projektin koko ja strateginen merkittävyys toimittajan kannalta
- Todelliset kustannukset (ml yksikköhinnat)
- Katevaatimukset
- Asiakkaan toimintaan liittyvät riskit

4 Tilaajan kustannusarviomallit

Tilaajalla ei yleensä ole käytössään tarkkaa tietoa projektien todellisista kustannuksista. Nämä tiedot ovat tyypillisesti toimittajan liikesalaisuuksia. Tarjousten hintatason vertailussa on syytä muistaa, että jos toimittaja arvioi, ettei sillä ole kilpailukykyä markkinoilla, se ei välttämättä jätä tarjousta ollenkaan. Tarjouksen jättämättömyyteen voi olla myös muita, yrityksen sisäisiä syitä. Näiden tarjoajien hinta-arviota ei siis saada ollenkaan.

Tarjouskilpailun voittaa useimmiten halvin tarjous, ja muilla valintakriteereillä ei ole käytännössä merkitystä. [Flyvbjerg, Holm, Buhl 2002]

Tilaaja voikin vaatia osana tarjousta että toimittaja avaa jonkin verran hinnoittelunsa perusteita. Tyypillisesti osana tarjousta vaaditaan muutostöiden yksikköhinnoista. Tätä muutoshinnastoa ei voi suoraan käyttää markkinan todellisen hintatason vertailuun. Tyypillinen hinnoittelutapa on, että projektin myyntihinta pyritään pitämään mahdollisimman alhaisena ja muutostöiden hinta mahdollisimman korkeana. Tällöin toimittaja joutuu varomaan tilannetta jossa tilaaja vähentää toimituksen elementtimäärää.

Tilaajan tiedot perustuvat lähinnä aiempiin hankkeisiin. Tilaajalla on yleensä melko hyvä kuva huoltotöiden ja pienten päivitysten hintatasosta. Tyypillisesti pienten päivitysten tekeminen on tilaajalle suhteessa kalliimpaa kuin koko järjestelmän uusiminen. Tilaajan pitäisi pystyä hyödyntämään tällä tavoin hankittua tietoa järjestelmien uusimisessa ja ylläpidossa.

Tilaaja saattaa päästä vertailemaan useiden toimittajien järjestelmätoimitusten kulkua ja hintatasoa.

Tyypilliset tilaajan saatavissa olevat tiedot:

- Markkinatilanne, yleinen hintataso (mahdollisesti usealta toimittajalta)
- Toteutuneet hankintakustannukset
- Toteutuneet huoltokustannukset
- Toteutuneet muutuskustannukset
- Toteutuneiden lisätöiden kustannukset
- Toimittajan yksikköhinnoittelu vastaavista projekteista.

5 Kustannusarviomallit

5.1 Kustannusarvioiden käyttökohteet

Kustannusarvioita voidaan käyttää moneen tarkoitukseen. [Jaensch 2012] listaa näistä muutamia:

- Liikennehankkeiden alustava arviointi
- Hankkeen tarvearviointi ja tuki
- Investointi- ja rahoituspäätökset
- Hankkeiden budjetointi
- Tarjousten hinta-arviointi

Tätä selvitystä varten tutkittiin joidenkin Suomessa viime aikoina toteutettujen rautatiehankkeiden hinta-arvioita. Näistä hankesuunnitelmista voidaan nähdä että rautateiden turvalaitteiden hinta-arviointi on huomattavan epätarkkaa.

Tavanomaisen rautatieliikenteen liikenteen perusparannusprojektin hinnasta noin puolet saattaa koostua helposti hinnoiteltavista fyysisistä elementeistä, kuten kaapeleista, sepelistä, metallipylväistä joiden kappale- ja asennushinnat tiedetään ennalta. Itse turvalaitejärjestelmän hinnoittelu on sen sijaan huomattavan läpinäkymätöntä. Pahimmassa tapauksessa puolet koko projektin hinnasta muodostuu yhtenä ”turvalaitteet”-summana.

Koska Suomessa tullaan uusimaan huomattava osa nykyisin käytössä olevasta, vanhenevasta turvalaitekalustosta, pidettiin tärkeänä luoda kustannusarviomalli, jonka avulla saataisiin tarkempi kuva rautateiden turvalaitehankkeiden hintatasosta.

Tavoitteena oli laatia kustannusarviomalli, jonka avulla olisi mahdollista:

- Luoda parempia, systemaattisesti laadittuja kustannusarvioita
- Vertailla käytössä olevia turvalaitejärjestelmiä
- Laatia arvio nykyisin käytössä olevien turvalaitteiden uushankintahinnoista
- Arvioida uusien hankintojen mielekkyyttä
- Arvioida olemassa olevien järjestelmien nykytilaa, huolto- ja päivitystarvetta

5.2 Aiemmat kustannusarviomallit

Kirjallisuutta raideliikenneprojektien kustannusarvioinnista on jonkin verran, mutta se ei ole useimmiten turvalaite-spesifistä vaan perustuu koko infrastruktuurin kokonaishinta-arvioon.

Karkeat kustannusarviot perustuvat usein eräänlaiseen ”ruokalistaan” jossa jokaiselle kokonaisuudelle saadaan oma hintansa. Tällaiset arviot lasketaan yhteen, josta saadaan hankkeen kokonaishinta. Karkean arvion kokonaisuuksia voisivat olla vaikkapa ratakilometri, asema ja juna. [Baumgartner 2001]

Kustannusarviomallit voidaan karkeasti jakaa neljään ryhmään:

- Elementtimäärään perustuvat mallit (hinta/laite-elementti)
- Keskimääräisiin kustannuksiin perustuvat mallit (hinta/km, hinta/aika)
- Markkinatutkimukseen perustuvat (keskimääräinen hintataso)
- Strateginen hinnoittelu

Käytännössä tarkempaan arvioon on käytettävä useita erilaisia arviointimenetelmiä.

5.3 Elementtimäärään perustuvat mallit

Elementtimäärään perustuvassa kustannusarviossa pyritään laskemaan tai arvioimaan järjestelmän elementtien määrä ja käyttämällä elementtien yksikköhintoja päästään laskemaan kokonaishinta-arvio. Tämä laitetoimittajan usein käyttämä laskentatapa on alhaalta-ylös tyyppinen, ja siinä pyritään laskemaan koko projektin kustannukset ja myyntihinta sen yksikköhintojen perusteella.

Elementtimääriin perustuva arviointi mahdollistaa erityyppisten järjestelmien vertailun keskenään. Lisäksi, jos tiedetään joidenkin projektien toteutuneet kustannukset, voidaan arvioida samankaltaisen projektin tavoitehintaa. Elementtimäärään perustuvat arviot voivat olla karkeita tai hyvinkin tarkkoja, riippuen siitä minkä kokoista elementtikokoa käytetään.

On huomattava että elementtimäärään perustuvat mallit ovat käyttökelpoisia ainoastaan silloin, kun markkina-alueella on riittävästi kilpailua: Kun tarjouskilpailuun osallistuu useita kilpailukykyisiä tarjouksia. Mikäli markkinatilanne olisi monopolityyppinen tai mikäli joidenkin tarjoajien pitäisi tehdä huomattavaa tuotekehitystä, eivät elementtimäärään tai kustannuksiin perustuvat mallit välttämättä kuvaa oikeaa hintatasoa.

Elementtihintoihin perustuvat mallit ovat päteviä tietyn tyyppisille ja -kokoisille hankkeille. Pienet projektit tulevat luonnollisesti suhteessa kalliimmiksi kuin isot. Elementtimäärien käyttö myös edellyttää että tekninen toteutus on riittävän ennakoitavissa ja tavanomainen. Elementtimäärään perustuvat mallit eivät myöskään ota huomioon teknistä kehitystä, projektin kestoja tai käyttöönoton vaikeutta.

5.4 Kustannusperusteiset mallit

Järjestelmätoimittajat pitävät luonnollisesti kirjaa toteutuneiden projektien kustannuksista, ja käyttävät tätä tietoa esimerkiksi tulevien tarjousten laadinnassa. Samoin ne käyttävät saatavilla olevaa tietoa kilpailijoiden hintatasosta.

Tällainen arviointitapa voi olla ylhäältä-alas-tyyppinen, ja arvio perustuu jonkin vertailukelpoisen projektin toteutumaan. Tässä toimintatavassa on hyvänä puolena se, että data perustuu todellisiin, tapahtuneisiin kustannuksiin. Tarvittavien järjestelmien ja laitteistojen määrä ennakoidaan tyypillisen toimitussisällön mukaan, samoin kuin tarvittava työmäärä. Tällä tavoin voidaan päästä erittäin tarkkaan kustannusarvioon, kunhan projekti on riittävän tarkasti määritelty. Tämä ennakoititapa toimii hyvin tapauksissa, joissa tekninen sisältö on samankaltainen kuin jo toteutetuissa aiemmissa projekteissa.

Tällaisen arvion huonona puolena on se, että se ei ota huomioon yrityksen strategisia tarpeita tai markkinatilannetta. Usein on tarpeen vertaisvertailla kustannusperusteisen mallin perusteella saatuja tuloksia muiden vastaavien projektien markkinahintoihin, erityisesti kilpailijoiden hintoihin. Toinen heikkous on että tällä tavoin ei voida luotettavasti arvioida tuotekehitysprojekteja, tai projekteja jotka eroavat vaatimuksiltaan aikaisemmista. Myöskään kustannusperusteinen hinnoittelu ei ota huomioon teknistä kehitystä, tai toimittajaorganisaation oppimista.

5.5 Markkinatutkimukseen perustuvat mallit

Tyypillisesti elementtiperusteiset ja kustannusperusteiset mallit eivät ole riittäviä käyttökelpoiseen hinta-arvioon, vaan ainakin toimittajapuolella tarvitaan vertailua mm. kilpailevien yritysten ja tekniikoiden välillä. Tällainen vertailu sisältää huomattavia epävarmuustekijöitä, koska joudutaan vertailemaan erityyppisiä projekteja joista ei ole saatavilla kaikkea tietoa. Kuitenkin markkinatutkimus on usein ainoa tapa arvioida projektin yleistä kannattavuutta. Markkinatutkimukseen perustuvat mallit tuottavat yleensä euroa/ratakilometri tai euroa/asema-tyyppisiä tunnuslukuja. Nämä ovat hyödyllisiä kun vertaillaan esimerkiksi ratalinjan hintaa eri maissa.

On myös huomattava, että tapahtuneet hankintapäätökset tehdään aina ”markkinahintaan” eli toimittaja jonka oma kustannuspohja ei ole kilpailukykyinen, ei saa kaupoja. Tästä seurauksena on se, että monien projektien hinta arvioidaan liian alhaiseksi ja toteutusvaiheessa budjetti ylittyy.

Kaupan saa tyypillisesti huonoiten valmistautunut tarjoaja, siis se jonka järjestelmäkuvaus on puutteellisin, ja kustannusperusteinen hinta-arvio on alhaisin. Hankintapäätösten valintaprosessi siis tyypillisesti suosii liian alhaisten hintojen tarjoajaa. [Cantarelli, Chorus, Cunningham 2013, sivu 239–258]

Tätä ongelmaa voitaisiin välttää kiinnittämällä enemmän huomiota tarjouksen laatuun hinnan sijasta. Samasta syystä olisi suositeltavaa pyrkiä toimittajan kanssa pitkäaikaisiin puitesopimuksiin, mikä mahdollistaisi toimittajalle tuotekehityskustannusten jakamisen useiden projektien välillä.

Useinkaan tilaaja ei voi arvostaa teknistä innovatiivisuutta hankkeen valintakriteerinä, jolloin riskinä on, että toimittajien toteutustekniikat jäävät perustasolle, ja ainoastaan tilaajan nimenomaiset minimivaatimukset täyttyvät. Asiakkaalle siis toimitetaan vain sitä, mitä asiakas nimenomaisesti vaatii, eikä vaihtoehtoisia tai radikaalisti toisenlaisia ratkaisuja edes sallita. Pidemmällä aikavälillä tämä on paikoin johtanut rauteliikenteen tekniseen jälkeenjääneisyyteen. Rautateillä monet yleisesti käytössä olevat tekniset ratkaisut perustuvat hyvinkin vanhaan tekniikkaan: Rautatieala on teknisesti hyvin konservatiivinen.

5.6 Strateginen hinnoittelu

Rautatiemarkkinat ovat luonteeltaan pirstaloituneet, ja niille on tyypillistä tiukka kansallinen sääntely ja markkina-alueiden eriytyminen. Liikennevirasto edeltäjineen on jossain määrin onnistunut estämään tätä kehitystä tekemällä tilauksia useammalta järjestelmätoimittajalta. Liikennevirasto on myös hankintatavoillaan, mm. englanninkielisellä tarjouspyyntöaineistolla pyrkinyt madaltamaan kynnystä uusille tarjoajille Suomen markkinoilla.

Järjestelmätoimittajan pitää tyypillisesti tehdä strateginen päätös siitä, millä markkina-alueella se haluaa olla aktiivinen toimija. Markkinan avaaminen on aikaa vievä ja kustannuksia aiheuttava toimenpide. Suurella markkina-alueella globaalilla toimittajalla on mahdollista toimittaa ensimmäinen projekti huomattavallakin tappiolla, ja sisällyttää tuotekehityskulut useampaan projektiin ja pidemmälle ajanjaksolle.

Suomen rautatieturvallaitemarkkinat ovat markkina-alueena pieni mutta koska Suomessa on erityispiirteitä ja -vaatimuksia, voidaan olettaa, että järjestelmätoimittajien on tehtävä jonkin verran erityistä tuotekehitystä pelkästään Suomea varten. Tämä nostaa kustannustasoa Suomessa. Toimittajan on siis saatava upotettua projektin hintaan myös kertaluontoiset tuotekehityskulut. Useiden toimittajien käyttö Suomen markkinoilla todennäköisesti pienentää uuden toimittajan halukkuutta tarjota Suomeen, koska jatkoprojektien saaminen jo ennestään pienellä markkinalla on epävarmaa.

Liikenneviraston on myös mahdollista mahdollista käyttää jonkinlaista puitesopimusta ja tätä kautta laskea projektien kokonaishintaa. Puitesopimukset tekisivät Suomen houkuttelevammaksi kansainvälisille toimijoille, ja antaisivat näkymän jatkuvuudesta. Rautatieinvestointien suunnittelun pitkäjännitteisyyden puute on ehkäissyt puitesopimuksen käyttöä, koska hankkeiden poliittinen rahoitus tuleville vuosille on Suomessa epävarmaa.

Britanniassa puitesopimusmallia on käytetty laskemaan turvalaitteiden uusimishintaa. [Railengineer 2012] Tällä tavoin yksikkökustannushintaa on pystytty laskemaan puitesopimuskauden ajaksi. Samantyyppistä hintatavoitteeseen perustuvaa puitesopimusmallia voitaisiin käyttää myös Suomessa.

5.7 Yhteenveto kustannuslaskentamalleista

Toimittajan hinnoittelu perustuu useisiin seikkoihin, joiden vaikutus lopulliseen tarjoushintaan ei ole tilaajalle helppoa ennakoida.



Kuva 1 Kustannusarvioon vaikuttavia tekijöitä

Elementtimäärän käyttö on verrattain suoraviivaista, mutta tällöinkin hinta-arvio edellyttää melko tarkkaa tietoa elementtimääristä. Käytännössä muiden tekijöiden painoarvo kokonaishinnassa vaihtelee.

6 Uusi rautatieturvalaitteiden kustannusarviomalli

Tätä esitystä varten etsittiin käytännönläheistä hinta-arviomenetelmää. Menetelmää tuli olla mahdollista käyttää myös olemassa olevan ratainfrastruktuurin hinta-arviossa.

Alustavassa tarve-arvioinnissa elementtimäärien käyttäminen hankkeen hinta-arvioon ei ole käyttökelpoinen menetelmä, koska se edellyttää melko yksityiskohtaisen suunnitelman olemassaoloa. Mikäli järjestelmän tekninen rakenne ei ole vielä selvillä, on kustannusarviointi parhaimmillaankin varsin karkea.

Kustannusperusteista arviointia voidaan toki käyttää jos tiedetään vastaavan viimeaikaisen toimituksen kustannukset. Näin ei tilaajapuolella välttämättä aina ole. Myöskään laitetoimittajien hyödyntämät markkinatutkimukseen tai strategiseen tietoon perustuvat kustannusarviot eivät ole suoraan tilaajan käytettävissä. [Jaensch 2012, sivu 39]

Näiden sijaan olisi järkevää pyrkiä arvioimaan järjestelmän kompleksisuutta sellaisella käytännöllisellä tavalla, joka olisi riittävällä tarkkuudella esitettävissä euroina. Britanniassa käytössä oleva SEU-ajattelu olisi yksi mahdollisuus. Suomessa käytössä oleva rautatieturvalaitetekniikka on huomattavasti monimuotoisempaa kuin Britanniassa, joten näin merkittävä yksinkertaistaminen ei sellaisenaan ole tarkoituksenmukaista. Toimittajapuolella yleisesti käytetty elementtipohjainen tai kustannusperusteinen arvio ei ollut myöskään käytännössä mahdollinen, koska se ei mahdollista olemassa olevan ratainfrastrukturan hinnan laskemista.

Sen sijaan radan kompleksisuutta päätettiin tarkastella operoinnin kautta, siis ratakaavion tarjoamien liikennemahdollisuuksien kautta. Tyypillisesti radan operointikonsepti määrittelee, minkälainen toiminnallisuus liikennepaikoilla tarvitaan. Tällä tavoin rata voidaan jakaa toiminnallisiin kokonaisuuksiin, joiden elementit ja hinnat voidaan arvioida. Jos oletetaan, että kukin radan toiminnallinen osa vaatii suhteellisen samankaltaisen (samanhintaisen) ohjausjärjestelmän, voidaan tarvittava elementtimäärä arvioida melko tarkasti. Samalla tavoin voidaan päätellä vastaavan liikennepaikan työmäärään liittyvät kustannukset, esimerkiksi määrittely asetinlaitteeseen, testaus ja käyttöönotto.

Tätä selvitystä varten tutkittiin joitakin viime aikoina toteutettuja Liikenneviraston projekteja, ja laskettiin toiminnallisten osien keskimääräiset elementtimäärät. Näin pyrittiin saamaan näkemys, kuinka paljon kukin toiminnallinen osa tarvitsee turvalaitte-elementtejä. Näin toimitettiin kahden esimerkkiprojektin joiden kokonaishinta oli selvillä, Kehäradan ja Kokkola–Ylivieska-radon tapauksessa. Nämä projektit ovat varsin erilaisia liikenneprofiililtaan ja toteutustavaltaan.

Ilmeni, että näiden projektien kulurakenne oli mahdollista arvioida huomattavasti paremmalla kuin 10 % tarkkuudella käyttämällä noin kymmentä toiminnallista osaa ja niiden sisältäviä keskimääräisiä elementtejä. Tähän tarkasteluun käytettyä menetelmää yksinkertaistettiin vielä, jotta se olisi mahdollisimman yksiselitteinen.

Arvioissa käytetyt hinnat ja kertoimet ovat kokeellisia, joten on oletettavissa että muutaman yksittäisen projektin elementtimäärät ja hinnat pystytään sovittamaan laskentakaavaan. Jotta mallin laajempaa toimivuutta voidaan arvioida, pitäisi jälkikäteen tutkia useita toteutuneita projekteja.

6.1 Suomalainen yksikköturvalaitekustannus

Yksikköturvalaitekustannus on tässä esityksessä radan kompleksisuutta kuvaava yksikkö, jota voidaan käyttää hinta-arvioissa. Tarkoituksena on ennakoida tulevien projektien monimutkaisuus ja hinta, jolloin päästään arvioimaan systemaattisesti turvalaitteiden hintatasoa.

Suomalainen yksikköturvalaitekustannusmalli on verrattavissa Britanniassa käytettyyn SEU-yksikköön, koska se lasketaan samalla tavoin ohjattavien toimilaitteiden summana. Varsinainen hankkeen hinta-arvio on laskettu huomattavasti tarkemmin, ja laitemäärä on arvioitu huomattavasti suuremmalla tarkkuudella, kuin SEU-ajattelussa.

Kuten aikaisemmissa kappaleissa on kerrottu, järjestelmätoimittajan hinnoittelu perustuu sekä elementtihintoihin että projektikustannuksiin. Lisäksi projektihinnoitteluun vaikuttaa seikkoja joita tilaaja ei pysty suoraan hallitsemaan, mm. markkinan kilpailutilanne ja toimittajien strategiset päämäärät. Kustannusarvioiden tekeminen puhtaasti elementtimäärään perustuen ei myöskään ota huomioon toimittajien käyttämien teknologioiden erilaisuuden aiheuttamaa kustannusvaikutusta.

Tässä raportissa on keskitytty turvalaitteiden elementtihintojen sijaan radan toiminnallisiin osiin. Tätä samaa lähestymistapaa käytetään myös yksikköturvalaitekustannukseen.

Lähestymistavalla saavutetaan seuraavia etuja:

- Tekniikkariippumattomuus:
- Paikkariippumattomuus:
- Suunnitteluriippumattomuus
- Projektiriippumattomuus:

Käyttämällä arvion perusteena toiminnallisia osia, saadaan ratakaavion perusteella arvioitua tarvittavien elementtien kokonaismäärä, sekä edelleen projektin kokonaishinta näihin elementteihin perustuen.

Käyttäen muutamaa hanketta, joiden elementtimäärät olivat tiedossa, oli mahdollista kehittää kertoimet joiden avulla toiminnallisten osien elementtimäärä voidaan arvioida.

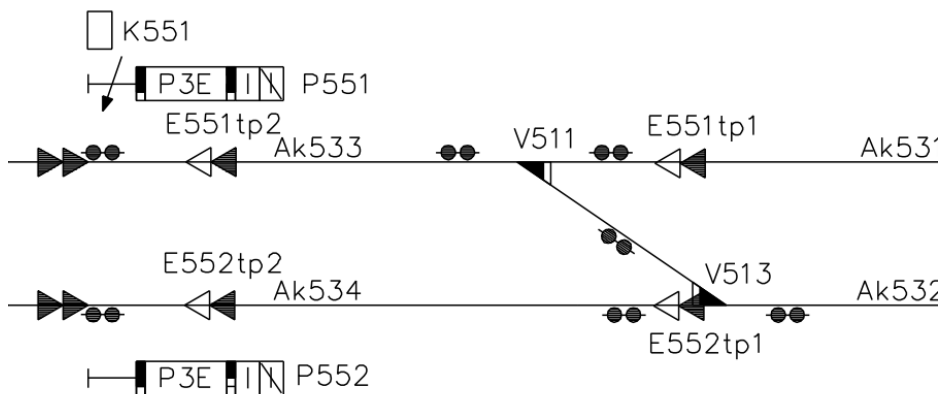
6.2 Toiminnalliset osat

Työssä arvioitiin erilaisia radan toiminnallisia kokonaisuuksia, ja todettiin että mallin käyttökelpoisuuden kannalta toiminnalliset osat on syytä pitää mahdollisimman yksinkertaisina. Tavoitteena oli käsitellä korkeintaan kymmenen erilaista osakokonaisuutta. Lopulta osien määrää vähennettiin kahdeksaan.

Työssä arvioitiin elementtimäärä käyttämällä seuraavia toiminnallisia osia.

6.2.1 Raiteenvaihtopaikka (1)

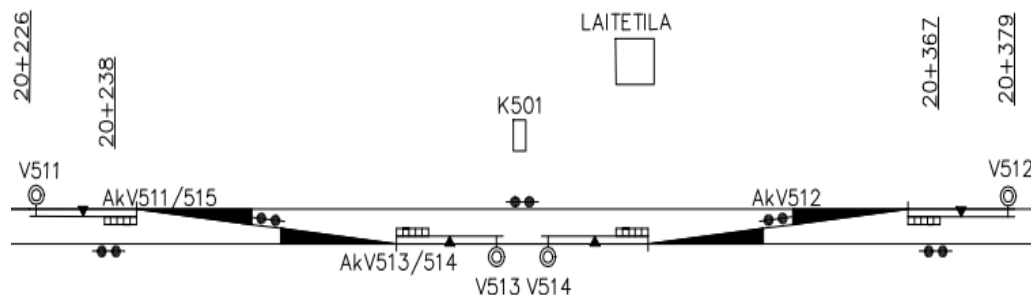
Tässä työssä raiteenvaihtopaikkana pidetään liikennepaikkaa, jossa juna on kaksi-raiteisella radalla mahdollista ajaa viereiselle raiteelle. Raiteenvaihtopaikka(1) tarkoittaa yksinkertaista raiteenvaihtopaikkaa, joka on tyypillisesti toteutettu kahdella vaihteella. Vaihteet ovat kauko-ohjattuja ja niiden toiminta on kytketty toisiinsa siten, että asetinlaitteen logiikka varmistaa liikenteen turvallisuuden raiteenvaihtopaikalla. Tyypillisesti raiteenvaihtopaikkaa ohjataan kulkutien asetuksella.



Kuva 2 Yksinkertainen raiteenvaihtopaikka, jossa on kaksi vaihdetta.

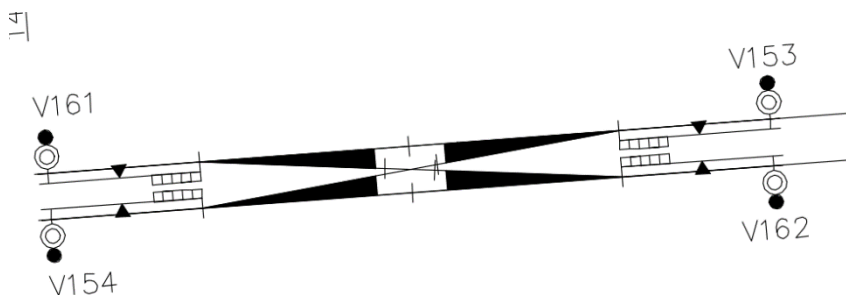
6.2.2 Raiteenvaihtopaikka (2)

Kaksiraiteista raiteenvaihtopaikkaa käytetään paikoissa joissa tarvitaan mahdollisuus raiteenvaihdolle molempiin liikennesuuntiin. Tällainen rakenne toteutetaan tyypillisesti neljällä vaihteella tai yhdellä risteysvaihteella. Myös kulkuteiden ja raidevirtapiirien määrä on suurempi kuin yksinkertaisessa raiteenvaihtopaikassa. Tällaista ratkaisua käytetään monin paikoin vilkasliikenteisemmällä liikennepaikoilla.



Kuva 3 Kaksinkertainen raiteenvaihtopaikka, toteutettu neljällä vaihteella.

Toinen toteutustapa raiteenvaihtopaikalle on yksi risteysvaihde. Tällaista ratkaisua käytetään yleensä vain, jos neljän vaihteen toteutustapa ei ole mahdollinen esimerkiksi tilanpuutteen vuoksi. Risteysvaihde on usein myös erillisvaihteita kalliimpi toteuttaa. Lisäksi vapaanaolon valvonta joko raidevirtapiireillä tai akselinlaskijoilla on kustannuksiltaan kalliimpaa kuin erillISRatkaisussa.

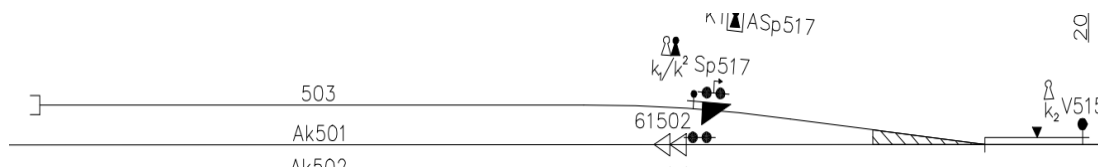


Kuva 4 Risteysvaihteella toteutettu kaksinkertainen raiteenvaihtopaikka.

6.2.3 Pussiraide

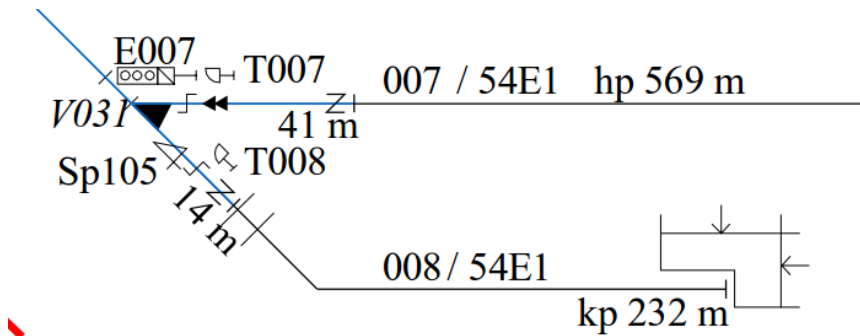
Pussiraiteet voidaan jakaa paikallishjattuihin ja kauko-ohjattuihin. Samoin pussiraiteet voidaan jakaa sivusuojaallisiin ja sivusuojaattomiin. Tässä mallissa kuitenkin kaikki pussiraiteet kuvataan yhdellä osalla. Yhtä osaa käytetään arvion yksinkertaistamiseksi.

Seuraavassa kuvassa on paikallishjattu pussiraide jossa suojaus on toteutettu avainsalpalaitteella



Kuva 5 Pussiraide, jossa avainsalpalaitteella toteutettu suojaus

Pussiraide voi olla myös kauko-ohjattu, jolloin sen suojaus voi olla toteutettu asetiinlaitteen kulkuteillä. Kuvassa näkyvät myös raideopastimet.



Kuva 6 Kauko-ohjattu pistoraide

6.2.4 Ohituspaikka

Ohituspaikka on tyypillinen liikennepaikkatyyppi, jota voidaan käyttää yksiraiteisella rataosuudella mahdollistamaan kaksisuuntainen liikenne. Vastakkaiseen suuntaan ajavista junista ensimmäinen ajaa ohituspaikan sivuraiteelle, jolloin toinen juna voi ohittaa sen. Ohituspaikkojen ohjaus voidaan toteuttaa automaattisesti tai kulkutielogiikkaa käyttäen.

Ohituspaikat voidaan jakaa sivusuojallisiin ja sivusuojattomiin, riippuen siitä millä tavoin ohituspaikan sivusuojaus on toteutettu. Nämä eri ohituspaikkatyytit kuvataan kuitenkin mallissa samalla tavalla.

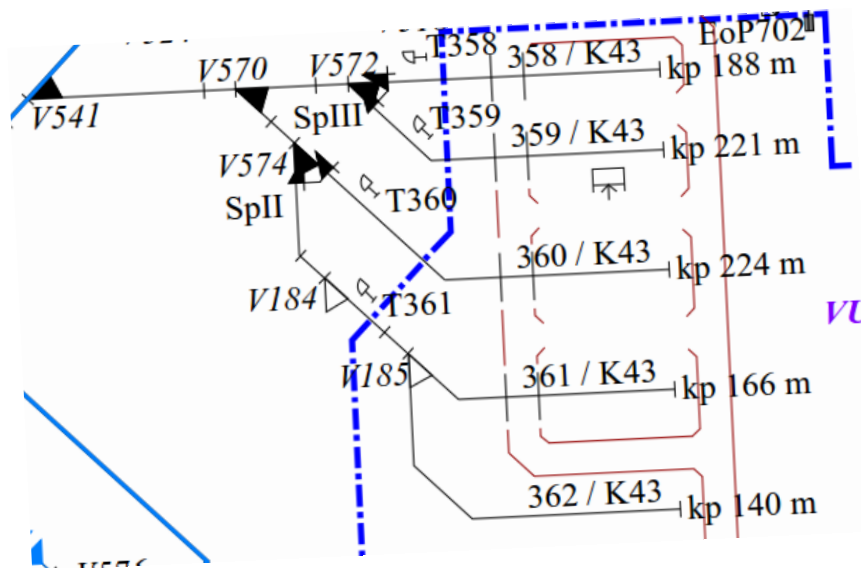


Kuva 7 Ohituspaikka ilman sivusuojaa

6.2.5 Varikon vaihde

Elementtitiheys varikkoalueella poikkeaa asemista tai linjaraiteista. Myös muiden elementtien, kuten opastimien ja baliisien tiheys varikko-alueella on erilainen. Varikko-alueella varten tarvitaan siis oma toiminnallinen osansa. Kauko-ohjattua vaihdetta ja paikallisohjattua vaihdetta kuvataan yhdellä osalla. Arvio on siis tältä osalta epätarkka, mutta yhden osan käyttö yksinkertaistaa arvion tekemistä.

Varikon vaihteeksi lasketaan myös pelkästään sivusuojaksi asennetut vaihteet. Seuraavassa kuvassa näkyy neljä kauko-ohjattavaa vaihdetta sekä kaksi paikallisohjattavaa vaihdetta. Yhteensä kuvassa on siis kuusi varikon vaihdetta.



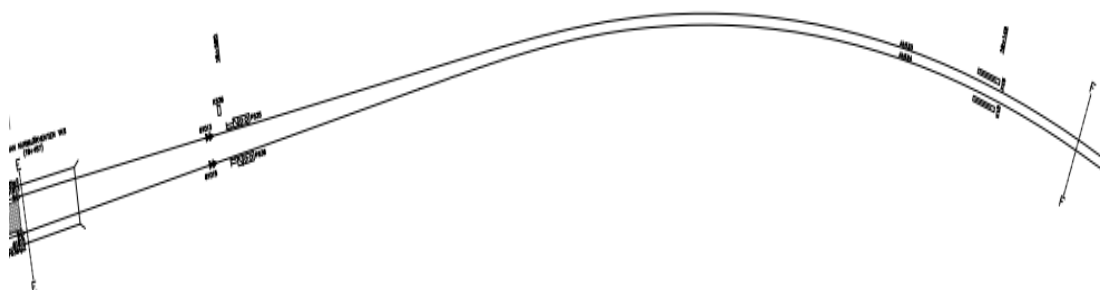
Kuva 8 Vaihteita varikolla

6.2.6 Suojastusväli

Suojastusväli on elementti, joka huolehtii junien kulunvalvonnasta joko suojastusta tai kulkuteitä käyttäen. Usein raiteella on yksi suojastusväli asemaväliä kohti, joten kaksiraiteisella osuudella suojastusvälejä on vähintään kaksi asemaväliä kohti.

Kustannusarviomallissa suojastusvälillä tarkoitetaan siis sitä laitteistoa, joka tarvitaan kuljettamaan juna turvallisesti vaikkapa asemalta toiselle. Mikäli asemavälillä halutaan mahdollistaa kaksi eri junaa yhtä aikaa, tarvitaan kaksi suojastusväliä.

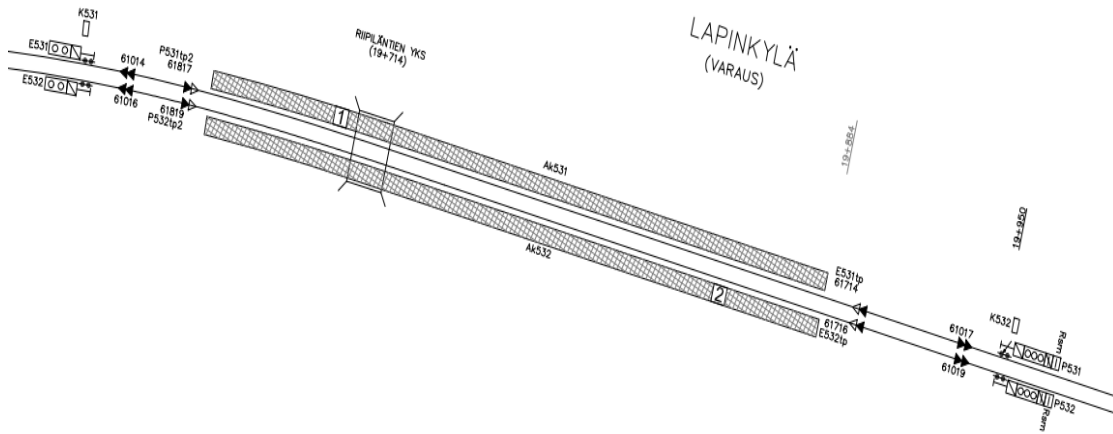
Teknisesti suojastuksen voi toteuttaa monella tapaa, esimerkiksi asetinlaitteen kulkuteinä, tai linjasuojastuksena. Hinta-arvio ei tässä kuitenkaan ota huomioon teknisten toteutustapojen eroja vain ainoastaan toiminnallisuuden: Hinta-arvio on siis sama, olipa suojastus toteutettu kulkuteillä tai linjasuojastuksena.



Kuva 9 Kaksi kulkuteillä toteutettua suojastusväliä, yksi kullakin raiteella.

6.2.7 Laituri tai seisake

Laiturielementillä tarkoitetaan aseman tai seisakkeen laituria, tai jotain muuta paikkaa, jolla on sama käyttötarkoitus, eli junan pysäyttäminen tai kääntäminen osana normaalia liikennettä.



Kuva 10 Kaksi laituria

6.2.8 Ratakilometrit

Ratakilometri on hinta-elementti joka riippuu radan pituudesta. Ratakilometrin kustannukset perustuvat siihen, että pitkän radan käyttöönotto ja muutkin kustannukset kuten kaapelointi ovat korkeammat. Ratakilometrielementti ei ota kantaa siihen, montako raidetta radalla on: Yksi- ja kaksiraiteisen radan kustannus on siis sama.

6.3 Rautatieturvallaitteiden hinnan arviointi

Rautatieturvallaitteiden kokonaishinnan arviointi on osoittautunut haastavaksi. Sekä kirjallisuudessa että esimerkkiprojekteissa asetinlaitteiden hinnoittelu näyttäytyy varsin epäselvänä. Esimerkiksi keskikokoisessa usean miljoonan euron projektissa saattaa asetinlaitteen hinta hyvinkin olla puolet koko hankkeen kustannusarviosta. Muu toimitussisältö on saatettu laskea hyvinkin tarkkaan jokaista ruuvia, priikkaa ja mutteria myöten.

Rautatieturvallaitteiden hinta-arvion osalta vaikeusastetta nostaa, jos toimittajan pitää tehdä asiakaskohtaista tuotekehitystä asetinlaitteen ohjelmistoon. Asetinlaitteiden valmistaja kutsuu tällaista tuotekehitystä maasovitukseksi eli yleiseksi sovitukseksi. Vaikka asetinlaite itsessään saattaa rautatasolla olla pelkkä tietokone, ohjelmistoon joudutaan tekemään muutoksia eri markkina-alueille. Jokaiselle markkina-alueelle tarvitaan siis huomattava määrä yksilöllistä testausta.

6.4 Systemaattinen hinta-arvio

Tässä työssä pidettiin lähtökohtana sitä, että arvioinnin oli perustuttava suhteellisen pieneen tietomäärään. Radan turvalaitteiden nykyisen teknisen toteutuksen ei pitäisi vaikuttaa tähän arvioon. Arvion pitää myös olla tehtävissä ilman uutta turvalaitesuunnittelua.

Arvion perusteena käytetään radan toiminnallisia osia. Oletuksena on, että kukin toiminnallinen kokonaisuus aiheuttaa yksityiskohtaisessa suunnittelussa samankaltaisen kustannustason. Tällöin laskemalla pelkästään radan toiminnalliset osat, päästään hyvin tarkkaan arvioon todellisista elementtimääristä.

Yleensä elementtimäärien tarkka laskeminen edellyttää turvalaitejärjestelmän suunnittelun tekoa, ja oli tarkoitus selvittää, olisiko toiminnallisiin osiin perustuva arviointi yhtä tarkka kuin arvioituihin elementtimääriin perustuva arvio.

Tässä selvityksessä kehitettiin menetelmä jonka perusteella elementtimäärä voidaan tuottaa suoraan ratakaaviosta. Asetinlaiteprojektin elementtimäärä voidaan siis arvioida radan toiminnallisuuden perusteella siten, että rata jaetaan osakokonaisuuksiin, joiden elementtimäärä voidaan arvioida luotettavasti.

Mallin tarkkuutta voidaan arvioida vertaamalla tällä tavoin saatuja elementtimääriä todellisten projektien elementtimääriin. Tällä tavoin arvioitua elementtimäärää voidaan sitten käyttää kokonaishinta-arvion perusteena. Jos hankkeesta on olemassa elementtiluettelo, voidaan samanlainen arvio tehdä myös todellisen elementtimäärän perusteella.



Kuva 11

Kaavio kustannusarvion tekemisestä

6.5 Kokonaishinta-arvio

Kokonaisprojektin hinta voidaan sitten arvioida elementtien perusteella. Kokonaishinta-arviossa voidaan ottaa huomioon myös mahdollisen tuotekehityksen ja käyttöönoton vaikutus, tosin näiden seikkojen arviointi on huomattavan karkeaa.

Samaa kustannusmallia voidaan käyttää kahdella tavalla: Karkeassa arviossa elementtimäärät voidaan arvioidaan ratakaavion toiminnallisuuden kautta, tai lisäksi mikäli tarkka elementtimäärä on jo tiedossa voidaan käyttää suunnitelmaan perustuvia tarkkoja elementtimääriä. Molemmilla tavoilla voidaan kokonaishinta arvioida elementtimäärän perusteella.

Mikäli elementtimäärä on jo tiedossa, voidaan toiminnallisuuteen perustuvan arvion ennustamia määriä verrata tarkkoihin määriin.

Elementtien kustannusvaikutuksen arviointi on erityisen haastavaa, koska se riippuu suuresta määrin teknisestä toteutustavasta. Esimerkiksi kaapeloinnin määrä ja hinta riippuu valitusta järjestelmän toteutustekniikasta, muun muassa laiteilojen määrästä ja sijainnista, sähkönsyötön toteutuksesta jne. Arviossa siis oletetaan että oheisjärjestelmät on toteutettu hintatasoltaan kilpailukykyisesti.

6.6 Osaurakkajako

Elementtipohjaisen arvion heikkous on tyypillisesti se, ettei sen perusteella pystytä arvioimaan projektin aikaperusteisia kustannuksia, esimerkiksi henkilötyötuntimääriä. Tässä työssä tätä ongelmaa on pyritty ennakoimaan siten, että arvio on kaksiosainen: Ensin elementtimäärät arvioidaan tai lasketaan, ja toisessa vaiheessa näin saadut hinnat jaetaan eri ryhmiin, joita kutsutaan osaurakoiksi.

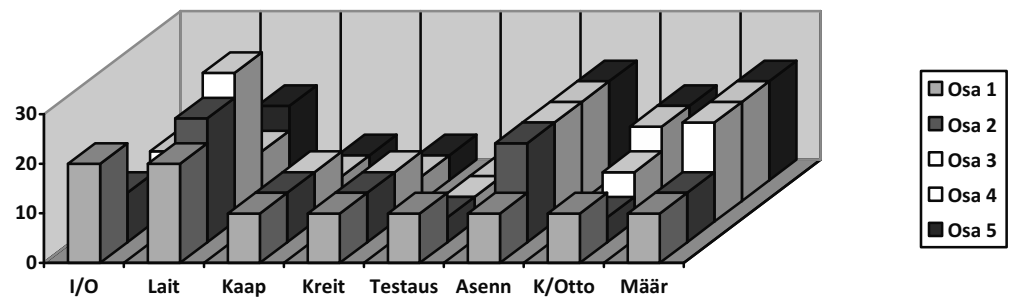
Tällä tavoin voidaan arvioida projektin kustannusten jakautuminen eri tekijöihin. Osaurakat on alustavasti jaettu ryhmiin siten, että laitteiden ja työn osuus on eritelty. Tätä osaurakkajakoa on myös mahdollista kehittää edelleen, tai käyttää osaurakkajakoa, joka vastaa paremmin kyseisen hankkeen todellista kustannusjakoa.

Tässä työssä laitteet-osaurakkaan kuuluvat I/O-laitteet ja muu laitteisto.

Kaapelointi- ja kaapelireitit-osaurakkaan kuuluu itse asiassa sekä yksikköhintaisia tarvikkeita että työtä. Kaapelointi ja kaapelireitit näkyvät kuitenkin omana urakkaan, koska tällaista jakoa käytetään usein projekteissa.

Työhön kuuluvat testaus, asennus, käyttöönotto ja määrittely.

Elementin hinta hajotetaan osaurakoihin prosentteina elementin kokonaishinnasta.



Kuva 12 Kaavio kustannusten jaosta

Edelleen urakoiden kokonaishinta voidaan laskea käyttämällä elementin hintaa, elementtimäärää ja urakan osuutta elementin hinnasta.

Osa kustannustekijöistä ei näy suoraan urakkana, esimerkiksi kukin urakka voi sisältää projektinjohtotyötä, laskutusta, dokumentointia tai mitä tahansa muuta työtä joka kiinteästi liittyy urakkaan. On toki mahdollista erotella mikä tahansa työ omaksi urakakseen, jos siihen on tarvetta. Tällaisen työn määrä on vastaavasti vähennettävä alkuperäisestä urakasta.

Näiden lisäksi arvioidaan toimittajan riskivaraukset sekä toimittajan kate. Nämä arvioidaan prosentteina loppusummasta.

Muut kustannukset, kuten olemassa olevan järjestelmän purkaminen, ja rakennuttamisen kulut voidaan lisätä näin saatuun hintaan. Malli itsessään ei ota kantaa minkälaisiin urakoihin hinta tulisi jakaa.

6.7 Laskentapohjan määrittely

Laskentapohjaan on määritelty useita kokeellisia kertoimia. Kertoimet on määritelty esimerkkiprojektien avulla. Kertoimien avulla arvioidaan, kuinka monta rataelementtiä kukin toiminnallinen osa sisältää. Lisäksi on pyritty välttämään tilannetta, jossa elementit muodostuisivat ainoastaan muutaman kertoimen kautta.

Kertoimien määrittelyn tavoitteena on pystyä ensimmäisessä vaiheessa määrittämään oikeat elementtimäärät. Käytännössä kertoimet on mahdollista asettaa monella tavalla, koska esimerkkiprojekteja on vain rajallinen määrä. Elementtimääräkertoimien mielekkyyks on siis arvioitava kyseiseen toiminnalliseen osaan verrattuna. Joka tapauksessa esimerkkiprojektien pienen lukumäärän takia kertoimien oikeellisuus on vaikea todentaa, ja koska jokainen projekti on ympäristöltään ainutlaatuinen, on kyseenalaista että tarkemmalla analyysillä päästäisiin tarkempaan kokonaisarvioon. Uusien projektien tutkiminen mahdollistaa edelleen kertoimien tarkemman asettamisen.

Seuraavaksi elementtimäärien perusteella lasketaan hankkeen hinta. Tätä varten pitää määrittää elementteille yksikköhinnat. Yksikköhinnat on arvioitu käyttäen olemassa olevaa tietoa elementtien ja asennusten yksikköhinnoista.

Erityisesti on huomattava että projektien muutoshinnastoissa olevat elementtihinnat on tyypillisesti määritetty todellisuutta kalliimmaksi. Muutoshinnaston hinnat sisältävät siis elementtihinnan lisäksi muita järjestelmän muutoskustannuksia.

6.8 Laskentaesimerkki Kehärata

Kehärata-projekti on uusi rautatieprojekti pääkaupunkiseudulla. Radan suunnittelualueen raja lännessä on Vantaankosken asema, ja idässä Hiekkaharju (Havukoski). Yhteenlaskettuna rataa kuuluu neljätoista liikennepaikkaa, tosin osa niistä on varauksia. Uusia asemia kehäradalla on viisi. Rata on kaksiraiteinen, ja sen pituus on 17 km. Liikenne on kaupunkiradan lähiliikennettä. Liikenteen vuoroväli on 10 minuuttia molempiin suuntiin.

Projektin ominaispiirre on tiheä kaupunkiradan matkustajaliikenne. Kaukoliikennettä radalla ei ole. Koska junien vuoroväli ja radan asemaväli on lyhyt, elementtitiheys on melko suuri.

Kehäradan kaltaisessa uudessa projektissa käyttöönotto on helpompaa kuin olemassa olevalla radalla, koska käyttöönotto voidaan järjestää suoraviivaisesti kun radalla ei ole käyttöönoton aikana muuta liikennettä. Toisaalta tiheäliikenteinen kaupunkirata liittyy molemmista päistään kiinteästi pääkaupunkiseudun lähiliikenteeseen, joten Kehäradan liikennehäiriöt vaikuttaisivat rautatieliikenteeseen laajalti.

Elementtikertoimien määrityksessä valtaosa elementeistä kertyi suojustusvälien ja asemalaiturien osien kautta. Vähemmässä määrin elementtejä kertyi radan pituuden perusteella.

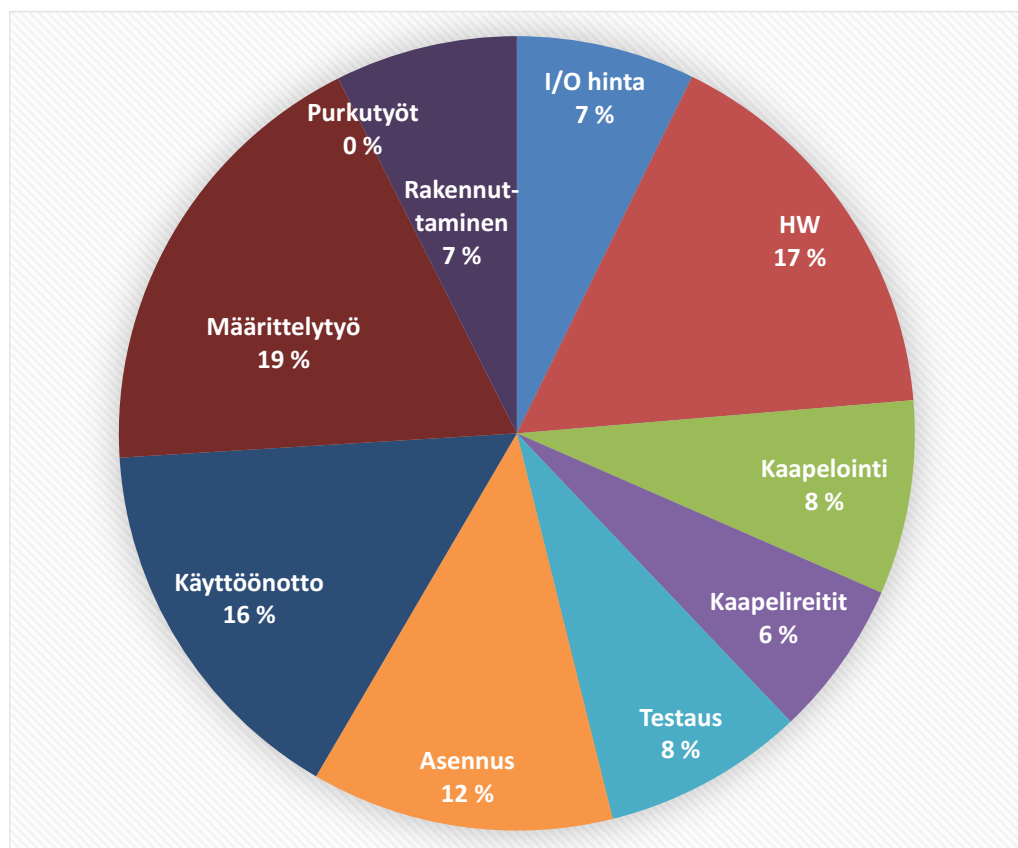
Suunnittelualueeseen kuuluu mm. 52 opastinta, 13 vaihdetta sekä 71 akselinlaskijaa. Erityisominaisuutena on suuri palo-oviliitäntöjen määrä.

Kehäradan arvioitu turvalaiteurakan hinta on 7,9 MEur

Arvio	Osa	RVP (1)	RVP (2)	Pussi	Ohitus- paikka	Suojastus- väli	Laituri	Rata- kilometrit	Vaihde
	Määrä	0	3	1	0	30	20	17	0
51	Opastin	0	10,5	2,9	0	24	8	5,1	0
13	Esiopastin	0	3	0	0	6	2	1,7	0
14	Vaihteet	0	12	1,4	0	0	0	0	0
73	Raidevirtapiirit	0	10,2	3,2	0	18	14	27,2	0
91	Kulikutiet	0	14,1	2,5	0	45	24	5,1	0
176	Baliisit	0	24	4,5	0	45	60	42,5	0
43	Turvalaitekaappi	0	3,3	1,3	0	15	14	8,5	0
3	Asetinlaite	0	0,15	0,05	0	0,6	2	0,17	0
7	Avainsalpalaitte	0	0	1	0	0	6	0	0
0	Tasoristeys	0	0	0	0	0	0	0	0
14	Liikennepaikat								

85	SEU	las	95715,85294	hinta/elementti
		arv	94166,44118	

Kuva 13 Kehäradan arvioidut elementtimäärät



Kuva 14 Kehäradan kulujen jakautuminen osaurakoihin

6.9 Laskentaesimerkki Kokkola-Ylivieska kaksoisraideprojekti

Kokkola-Ylivieska-rataosuus on ollut aiemmin yksiraiteinen. Kaksoisraideprojektissa päivitetään rata kaksiraiteiseksi. Käyttöönoton aikana rata rakennetaan yksi raide kerrallaan, ja liikennöinti toteutetaan toista raidetta käyttäen. Voidaan siis ajatella, että projekti vastaa käyttöönottomielessä uuden radan rakentamista, mutta käyttöönoton välivaiheita on useampia kuin kokonaan uudella radalla.

Rataosuudelle ominaista on se, että sillä ei ole juurikaan asemia. Rataan kuuluu kymmenen liikennepaikkaa. Se on siis varsin erilainen Kehärataprojektiin verrattuna. Kaikki radalla aiemmin olleet tasoristeykset on myös muutettu eritasoratkaisuiksi.

Kehäradasta poiketen valtaosa elementeistä kertyi ratakilometrien kautta. Seuraavaksi suurin tekijä olivat suojastusvälit. Merkittäviä tekijöitä olivat myös ohituspaikat sekä raiteenvaihtopaikat.

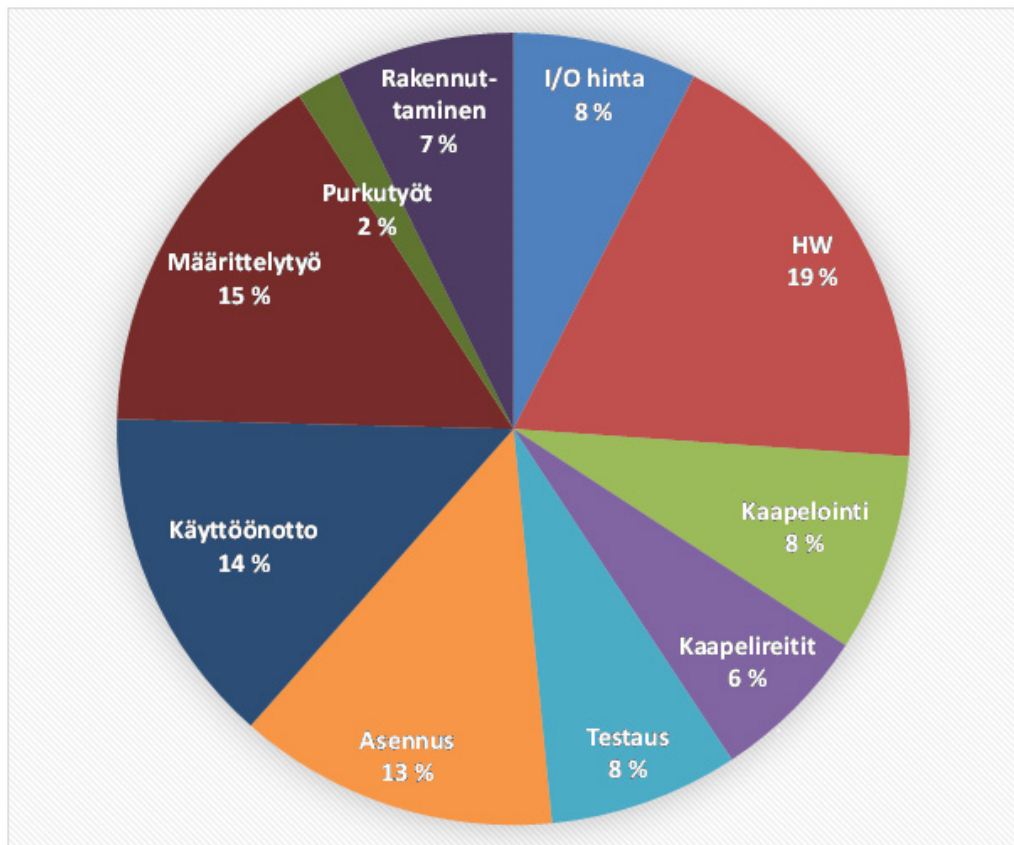
Kokkola-Ylivieska-turvalaiteurakan hinta on 16,1 MEur

Arvio	Osa	RVP (1)	RVP (2)	Pussi	Ohituspaikka	Suojastusväli	Laituri	ratakilometrit	Vaihde
	Määrä	4	7	0	5	58	2	78,9	0
129	Opastin	12	24,5	0	21	46,4	0,8	23,67	0
36	Esiopastin	4	7	0	5	11,6	0,2	7,89	0
48	Vaihteet	8	28	0	11,5	0	0	0	0
221	Raidevirtapiirit	10,4	23,8	0	24	34,8	1,4	126,24	0
198	Kulikutiet	14	32,9	0	37,5	87	2,4	23,67	0
441	Baliisit	24	56	0	70	87	6	197,25	0
91	Turvalaitekaappi	4,4	7,7	0	9	29	1,4	39,45	0
4	Asetinlaite	0,2	0,35	0	0,5	1,16	0,2	0,789	0
2	Avainsalpalaitte	0	0	0	1,25	0	0,6	0	0
0	Tasoristeys	0	0	0	0	0	0	0	0
10	Liikennepaikat								

215 SEU

las 79733,19 hinta/elementti
arv 75093,66

Kuva 15 Kokkola-Ylivieskan arvioidut elementtimäärät



Kuva 16 Kokkola-Ylivieskan kulujen jakautuminen osaurakoihin

7 Johtopäätökset

Työssä kehitettiin rautateiden turvalaitteiden kustannusarviomalli. Kehitetyn mallin avulla on mahdollista arvioida turvalaiteprojektien hintaa. Kehitetty malli perustuu ratapohjan toiminnalliseen arvioon, ja elementtimäärien arviointiin tämän toiminnallisuuden perusteella.

Hankkeen kustannusarvio perustuu elementtien keskimääriin hintoihin. Tällainen malli on herkkä elementtien hinnan virheille, ja onkin tärkeää pystyä määrittämään todenmukaiset elementtihinnat.

Toisaalta malli ei ota kantaa projektin toteuttamisen, esimerkiksi käyttöönoton vaikeuteen. Erityisen vaikeaa on mallintaa toimittajayritysten strategisia päämääriä ja niiden vaikutusta hintatasoon. Nämä projektin erityiset ominaisuudet määrätään prosentteina kokonaissummasta.

Tavoitteena oli kehittää malli, jota käyttämällä voitaisiin mahdollisimman helposti, ilman turvalaitesuunnittelun tekemistä, arvioida järjestelmän hinta. Tässä kontekstissa on tärkeää keskittyä olennaiseen toiminnallisuuteen, joten elementtipohjainen hinnoittelu on luonteva tapa tehdä ensimmäiset kustannusarviot.

Kustannusarviomallin perustaminen olemassa olevan ratainfraan teknisiin ratkaisuihin ei ole mielekästä, koska Suomen asennettu turvalaitekanta on niin monimuotoinen.

Ehdotetun kustannusarviomallin parhaita puolia on läpinäkyvyys. Kustannusarvio voidaan tehdä toimittajasta, tekniikasta ja toimitusaikataulusta riippumatta. Hankkeen erityiset vaatimukset voidaan ottaa huomioon erilliskuluina elementtikohtaisen kustannusarvion päälle.

Koska kustannusarviomalli on avoin, se mahdollistaa myös mallin kritiikin. Tällöin mallia voidaan kehittää edelleen kun lisää tietoa rautatieturvalaiteprojektien hintatasosta saadaan. Systemaattinen ja riittävän yksinkertainen malli mahdollistaa kustannusarviomallin muokkaamisen, ja uuden arvion tekemisen myös jo toteutetuista hankkeista.

Malli ei tällä hetkellä ota huomioon hintatason muuttumista mm. inflaation vuoksi. Tutkittujen projektien lukumäärä on varsin pieni, joten arvioita voidaan tarkentaa kun uusia projekteja tutkitaan.

Hinta- arvio voidaan tehdä kahdella tavalla:

- Elementtimäärien arviointi ratakaavion perusteella
- Suunnitelmasta laskettujen elementtimäärien käyttö

Arvio voidaan käyttää seuraaviin tarkoituksiin:

- Hankkeiden tarveharkinta
- Projektien kustannusarviot
- Olemassa olevan ratainfraan uushankintahinnan laskeminen
- Rakennusurakkahintojen vertailu

Kustannusarviomallin avulla voidaan hankkeen hintataso arvioitua systemaattisella tavalla. Näin on mahdollista vertailla erityyppisiä hankkeita ja niiden kustannuksia. Käytettäessä systemaattista arviointitapaa on myös mahdollista parantaa arvioiden tarkkuutta projektimäärän kasvaessa. Hinta-arvioita ja kertoimia voidaan säätää kun saadaan lisää tietoa toteutettujen projektien hintatasosta.

Lähteet

[Network Rail 2006] Network Rail Signalling Review, Network Rail's long term funding submission 2006,

<http://www.networkrail.co.uk/documents/3624_Signalling_review.pdf>

[Baumgartner 2001] J.P Baumgartner, Prices and Costs in the railway sector, 2001. Litep (Laboratoire d'Intermodalite des Transports Et de Planification) École Polytechnique Fédérale de Lausanne

[Cantarelli, Chorus,Cunningham 2013] Cantarelli, C. C., Chorus, C. G., and Cunningham, S. W. 2013. Explaining Cost Overruns of Large-Scale Transportation Infrastructure Projects using a Signalling Game. *Transportmetrica A: Transport Science*, 9(3): 239–258

[Flyvbjerg, Holm, Buhl 2002] Bent Flyvbjerg, Mette Skamris Holm, and Søren Buhl, "Underestimating Costs in Public Works Projects: Error or Lie?" *Journal of the American Planning Association*, vol. 68, no. 3, Summer 2002, pp. 279–295.

[Flyvbjerg, Bruzelius, van Wee 2008] Flyvbjerg, B., Bruzelius, N., & van Wee, B. (2008). Comparison of Capital Costs per Route-Kilometre in Urban Rail. *European Journal of Transport and Infrastructure Research*, 8(1), 17–30.

[Jaensch 2012] Ashley Jaensch, 2012, Estimating Manual Road and Rail Projects, Department of Planning, Transport and Infrastructure (Government of South Australia)

[Binns 2008] Binns,Chris, Signalling Equivalent Unit UIC workshop, 17.12.2009 http://www.uic.org/cdrom/2009/01_ERTMS-platform/docs/6-deliverables/3-workshops/8-17Dec2009/Signalling_Equivalent_Unit_v4.pdf

[Railengineer 2012] <http://www.railengineer.uk/2012/02/28/signalling-for-the-future-network-rail-framework-agreement/>

Laskentapohja

Työssä kehitettiin taulukkolaskentapohja, jota voidaan käyttää kustannusarvion teossa. Laskentapohjassa käytetyt kertoimet ja hinnat ovat kokeellisia ja perustuvat kehityksessä käytettyjen hankkeiden arvoihin. Uuden hankkeen kustannusarviossa joitakin laskentapohjan parametreja pitänee muokata ympäristöön sopivaksi. Tällaisia ovat mm. toimittajan riskivaraukset ja käyttöönoton vaikeus.

Hierarkiataulukko

Tässä taulukossa määritellään toiminnallisten osien elementtimäärät. Kertoimet ilmoittavat kunkin osan keskimääräiset elementtimäärät. Kertoimet on määritetty kokeellisesti projektien mukaan.

Arvio	Osa	RVP (1)	RVP (2)	Pussi	Ohitus- paikka	Suojastus- väli	Laituri	Rata- kilometri	Vaihde
	Määrä	1	1	1	1	1	1	1	1
17	Opastin	3	3,5	2,9	4,2	0,8	0,4	0,3	1
4	Esiopastin	1	1	0	1	0,2	0,1	0,1	0
11	Vaihteet	2	4	1,4	2,3	0	0	0	1
19	Raidevirtapiirit	2,6	3,4	3,2	4,8	0,6	0,7	1,6	1,5
23	Kulikutiet	3,5	4,7	2,5	7,5	1,5	1,2	0,3	1
40	Baliisit	6	8	4,5	14	1,5	3	2,5	0,5
8	Ratalaitekaappi	1,1	1,1	1,3	1,8	0,5	0,7	0,5	0,5
1	Asetinlaite	0,05	0,05	0,05	0,1	0,02	0,1	0,01	0,03
2	Avainsalpalaitte	0	0	1	0,25	0	0,3	0	0,3
1	Tasoristeys	0	0	0	0	0	0	0	0,05

Kuva 1 Hierarkiataulukko

Osaurakkataulukko

Osaurakkataulukko kertoo, millä tavoin elementin hinta jakautuu urakoihin. Jako on määritetty prosentteina täydestä elementtihinnasta.

Osaurakat	Tuotteet ja laitteet I/O		Kaapelointiurakat		Työ			
	hint	HW	Kaapelointi	Kaapelireitit	Testaus	Asennus	Käyttöönotto	Määrittelytyö
Pitkät vaihteet	5	40	10	5	5	10	10	15
Lyhyet vaihteet	5	40	10	5	5	10	10	15
Vaihteen asentotunnistin	20	20	10	5	5	15	10	15
Yhdistelmäopastin	10	40	10	5	5	10	10	10
Fiktiivipiste + baliisi	5	10	5	5	15	20	20	20
Junakulkutie	0	0	5	5	15	0	35	40
Avainsalpalaitte	10	40	5	5	5	10	10	15
Raidevirtapiiri/Akselinlaskija	15	25	5	5	5	20	10	15
Risteys	5	25	5	5	5	15	15	25
Risteysvaihte	5	25	5	5	5	15	15	25
Liikennepaikka/Asema	10	10	15	10	5	15	10	25
Laiturit	10	10	15	10	5	15	10	25
Baliisiryhmä	5	20	10	5	10	20	15	15
Tasoristeysovarituslaitos	15	15	10	5	10	10	15	20
Asetinlaitteet	15	15	5	0	5	5	15	40
Laitehuoneet	5	5	5	5	5	15	50	10
Kauko-ohjausliitännät	20	20	10	5	5	5	10	25
Turvalaitekaappi	0	40	10	10	5	10	10	15
Käytönohjaus	5	0	5	5	15	10	20	40
Tuotekehitys (GA+SA)	10	20	0	0	5	5	5	55
Rajapinnat	10	10	5	5	5	5	10	50
Rata-km	10	10	15	15	5	20	20	5
ASTL-ohjelmistoversio	0	0	5	5	20	10	20	40
Geneerinen I/O (esim palo-ovi)	1,1	0	5	5	5	10	15	30
Riskit	5 %	5	10	10	10	10	30	20
Kate	15 %	10	10	10	15	15	15	15

Kuva 2

Osaurakkataulukko

Hanketaulukko

Hankesivulla määritellään, kuinka monta ja millaisia toiminnallisia osia ja elementtejä projekti sisältää. Tällä sivulla generoidaan turvalaitehankkeen hinta-arvio.

Samalla generoidaan keskimääräinen SEU-hinta ohjauslähtöihin perustuen.

	Osa	RVP (1)	RVP (2)	Pussi	Ohitus- paikka	Suojastus- väli	Laituri	Rata- kilometri	Vaihde
Arvio	Määrä	1	1	1	1	1	1	1	1
17	Opastin	3	3,5	2,9	4,2	0,8	0,4	0,3	1
4	Esiopastin	1	1	0	1	0,2	0,1	0,1	0
11	Vaihteet	2	4	1,4	2,3	0	0	0	1
19	Raidevirtapiirit	2,6	3,4	3,2	4,8	0,6	0,7	1,6	1,5
23	Kulkutiet	3,5	4,7	2,5	7,5	1,5	1,2	0,3	1
40	Baliisit	6	8	4,5	14	1,5	3	2,5	0,5
8	Ratalaitekaappi	1,1	1,1	1,3	1,8	0,5	0,7	0,5	0,5
1	Asetinlaite	0,05	0,05	0,05	0,1	0,02	0,1	0,01	0,03
2	Avainsalpalaitte	0	0	1	0,25	0	0,3	0	0,3
1	Tasoristeys	0	0	0	0	0	0	0	0,05

Kuva 3 Hanketaulukko

Joitakin vakioita on asetettava käsin:

Käyttöönotto	
ASTL-versiot	3
Riski %	10
Kate %	15
Purkutyöt %	20
Rakennuttaminen %	8
Opastin %	100
Opastinbaliisi %	50
Pitkä vaihde %	70

Kuva 4 Hanketaulukon vakioita

Näitä ovat asetinlaitteen käyttöönottojen määrä, toimittajan riskivaraukset, toimittajan kate, purkutöiden hinta sekä rakennuttamisen kustannukset. Radan ominaisuuksista voidaan määritellä opastimien ja baliisien suhdeluvut, sekä pitkien vaihteiden osuus. Nämä ovat vakiot liittyvät projektin tyyppistä. Esimerkiksi opastinbaliisien ja toistinbaliisien suhde on arvioitava jotta voidaan päätellä baliisien kokonaismäärät. Laskentapohja laskee hankkeen kokonaishinta-arvion, sekä näyttää prosentuaalisen osaurakkajaan.

ISSN-L 1798-6656
ISSN 1798-6664
ISBN 978-952-317-296-8
www.liikennevirasto.fi

Liik
enne
vira
sto